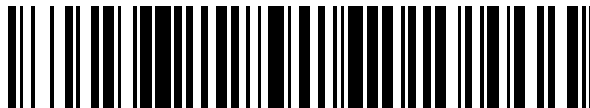


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 299**

51 Int. Cl.:

F17C 13/02 (2006.01)

G01F 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2013** E **13194502 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020** EP **2738443**

54 Título: **Sistema y método de medición para líquidos criogénicos**

30 Prioridad:

29.11.2012 US 201261731287 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.09.2020

73 Titular/es:

**CHART INC. (100.0%)
3055 Torrington Drive
Ball Ground GA 30107, US**

72 Inventor/es:

**DRUBE, PAUL y
DRUBE, THOMAS**

74 Agente/Representante:

FLORES DREOSTI, Lucas

ES 2 784 299 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de medición para líquidos criogénicos

CAMPO DE LA INVENCION

5 [0001] La presente invención se refiere en general a sistemas de dispensación para fluidos criogénicos y, en concreto, a un sistema y método de medición para líquidos criogénicos.

ANTECEDENTES

10 [0002] El uso de gas natural líquido (GNL) como fuente de energía alternativa para proporcionar alimentación a vehículos y similares está siendo cada vez más común al estar disponible a nivel doméstico, ser respetuoso con el medio ambiente y haber en abundancia (en comparación con el petróleo). En consecuencia, ha crecido la necesidad de sistemas y métodos de dispensación que midan con precisión líquidos criogénicos, como el GNL.

15 [0003] Un ejemplo de un sistema efectivo de medición de líquido criogénico de la técnica anterior se proporciona en la patente de los Estados Unidos de titularidad compartida 5616838 de Preston *et al.* La patente acabada en 838 da a conocer el montaje de un medidor de líquido criogénico en el interior de un recipiente de medición criogénico aislado, de forma que el medidor se sumerge en líquido criogénico que se proporciona desde un depósito de almacenamiento y se dispensa. Esto evita que pase un flujo bifásico por el medidor y permite una medición exacta sin que sea necesario que el líquido criogénico circule inicialmente por el medidor para enfriar previamente el medidor (antes de cada dispensación).

20 [0004] Asimismo, la patente acabada en 838 da a conocer que el medidor lee un caudal volumétrico del líquido criogénico que se está dispensando, y que estos datos se proporcionan a un microprocesador. Los datos de temperatura procedentes de un sensor de temperatura situado en el recipiente de medición criogénico, o los datos de presión diferencial procedentes de un par de sensores de presión separados verticalmente y situados en el recipiente de medición criogénico, se proporcionan al microprocesador para que también pueda determinarse la densidad del líquido criogénico que se está dispensando. A continuación, el microprocesador es capaz de calcular y mostrar la cantidad medida de líquido criogénico/GNL dispensado al dispositivo en uso.

25 [0005] Aunque el sistema de la patente acabada en 838 tiene un buen rendimiento, el desconocimiento de la composición de la mayoría de GNL hace que el uso de la temperatura para determinar la densidad (es decir, la «compensación de temperatura») sea inaceptable. El GNL está compuesto en su mayoría por metano, pero incluye distintos niveles de hidrocarburos, como dióxido de carbono y nitrógeno.

30 [0006] Con respecto al uso de datos de presión diferencial para determinar la densidad, la naturaleza dinámica del líquido criogénico a medida que entra y sale del recipiente de medición criogénico crea problemas como, por ejemplo, «ruido» en las tomas de los sensores de presión.

[0007] El documento EP1184616A2 da a conocer sistemas de suministro para líquidos criogénicos y, más en concreto, un sistema para dispensar y medir con precisión un líquido criogénico, como por ejemplo un gas natural líquido, a un dispositivo en uso.

35 [0008] El documento US2006/0218941A1 da a conocer un sistema de dispensación de líquido criogénico que es un sistema móvil para dispensar líquido criogénico a un punto en uso sin emplear una bomba.

[0009] Por tanto, existe la necesidad de un sistema y método de medición para líquidos criogénicos que aborde al menos algunos de los problemas arriba mencionados.

40 [0010] Un primer aspecto de la presente invención proporciona un sistema para dispensar un líquido criogénico de acuerdo con la reivindicación 3.

[0011] El elemento de medición puede estar situado en el interior de la cámara de medición y sumergirse en líquido criogénico.

[0012] El elemento de medición puede incluir un conducto de medición con un orificio con un sensor de presión de entrada en comunicación con un lateral de entrada del orificio y un sensor de presión de salida en comunicación con un lateral de salida del orificio, dichos sensores de presión de entrada y salida en comunicación con el controlador.

5 [0013] La cámara de medición puede aislarse.

[0014] El sistema puede comprender además un tercer sensor de presión en comunicación con el interior de la columna de estabilización, estando dicho tercer sensor de presión separado verticalmente de los sensores de presión primero y segundo y en comunicación con el controlador.

10 [0015] Los sensores de presión primero y segundo pueden comunicarse con una parte del interior de la columna de estabilización en un eje longitudinal de la columna de estabilización o cerca de este.

[0016] La columna de estabilización puede presentar un extremo superior abierto y un extremo inferior abierto.

[0017] El sistema puede comprender además un conducto de recirculación que se extiende entre un espacio vacío de la cámara de medición y dicho depósito de almacenamiento.

15 [0018] El sistema puede comprender además un conducto de llenado en comunicación con el conducto de entrada de líquido, incluyendo dicho conducto de llenado una pluralidad de orificios de pulverización situados en un espacio vacío de la cámara de medición para que el líquido criogénico que pase por los orificios de pulverización colapse vapor en el espacio vacío de la cámara de medición.

[0019] La batería de contadores puede incluir una entrada situada en una parte inferior de la cámara de medición.

20 [0020] El conducto de entrada de líquido puede incluir una bomba.

[0021] La columna de estabilización puede estar situada aproximadamente a 0,3 cm, más preferiblemente a 0,3175 cm (1/8 pulgadas) de una superficie interior de una pared de la cámara de medición, estando la pluralidad de orificios orientados a la superficie interior de la pared de la cámara de medición.

25 [0022] La columna de estabilización puede presentar un diámetro de aproximadamente 2,5 cm, más preferiblemente de aproximadamente 2,54 cm (una pulgada) y dicha pluralidad de aberturas separadas verticalmente están situadas aproximadamente a 5,1 cm, más preferiblemente en torno a 5,08 cm (dos pulgadas) de separación.

30 [0023] El sistema puede comprender además una sonda de temperatura situada en el interior de la cámara de medición o en comunicación con un líquido criogénico que fluye y en comunicación con el controlador, determinando dicho controlador un porcentaje de un componente del líquido criogénico basado en una temperatura detectada por la sonda de temperatura y una densidad determinada usando presiones de los sensores de presión primero y segundo.

[0024] El líquido criogénico puede ser gas natural líquido.

35 [0025] Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un método para dispensar un líquido criogénico que comprende las etapas de:

40 a. proporcionar un depósito de almacenamiento (10) y una cámara de medición (14) con un conducto de entrada de líquido (16) que se extiende desde el depósito de almacenamiento a la cámara de medición y que presenta una pluralidad de orificios de pulverización (24) situados en un espacio vacío de la cámara de medición, donde dicha cámara de medición incluye una batería de contadores (32) con un elemento de medición (40) y una válvula de dispensación (38), incluyendo también dicha cámara de medición una columna de estabilización (46) con una pluralidad de aberturas separadas verticalmente (80) y unos sensores de presión primero y segundo (48, 52) en comunicación con un interior de la columna de estabilización donde el primer sensor de presión (48) está configurado para detectar una primera presión en el interior de la columna de estabilización y el segundo sensor de presión (52) está configurado para detectar una segunda

presión en el interior de la columna de estabilización y está separado verticalmente del primer sensor de presión.

b. transferir líquido criogénico del depósito de almacenamiento a la cámara de medición hasta que un nivel de líquido criogénico en la cámara de medición cubre los orificios de pulverización;

5 c. volver a circular líquido criogénico entre la cámara de medición y el depósito de almacenamiento hasta que se alcance un estado predeterminado dentro de la cámara de medición;

d. abrir la válvula de dispensación cuando se ha alcanzado el estado predeterminado dentro de la cámara de medición para que se dispense líquido criogénico desde la cámara de medición;

10 e. determinar una densidad del líquido criogénico en la cámara de medición mediante los sensores de presión primero y segundo; f. medir el líquido criogénico dispensado por medio de una caída de presión por el elemento de medición y la densidad de los sensores de presión primero y segundo.

f. medir el líquido criogénico dispensado por medio de una caída de presión en el elemento de medición y la densidad de los sensores de presión primero y segundo.

15 **[0026]** El nivel de líquido criogénico en la cámara de medición de la etapa b. puede ser suficiente para sumergir el elemento de medición en líquido criogénico.

[0027] La etapa c. del método puede incluir el bombeo de líquido criogénico del depósito de almacenamiento a la cámara de medición.

20 **[0028]** El método puede comprender además la etapa de proporcionar una sonda de temperatura en el líquido criogénico dentro de la cámara de medición o en comunicación con un líquido criogénico que fluye y emplear la densidad de los sensores de presión primero y segundo y una temperatura de la sonda de temperatura para determinar un porcentaje de un componente del líquido criogénico.

[0029] El líquido criogénico puede ser gas natural líquido.

[0030] Un tercer aspecto de la presente invención proporciona una cámara de medición de acuerdo con la reivindicación 1.

25 **[0031]** El elemento de medición puede estar situado en el interior de la cámara de medición y adaptarse para sumergirse en líquido criogénico.

30 **[0032]** El elemento de medición puede incluir un conducto de medición con un orificio con un sensor de presión de entrada en comunicación con un lateral de entrada del orificio y un sensor de presión de salida en comunicación con un lateral de salida del orificio, dichos sensores de presión de entrada y salida en comunicación con el controlador.

[0033] La cámara de medición puede aislarse.

[0034] La cámara de medición puede comprender además un tercer sensor de presión en comunicación con el interior de la columna de estabilización, estando dicho tercer sensor de presión separado verticalmente de los sensores de presión primero y segundo y en comunicación con el controlador.

35 **[0035]** Los sensores de presión primero y segundo pueden comunicarse con una parte del interior de la columna de estabilización en un eje longitudinal de la columna de estabilización o cerca de este.

[0036] La columna de estabilización puede presentar un extremo superior abierto y un extremo inferior abierto.

40 **[0037]** La cámara de medición puede comprender además un conducto de llenado en comunicación con el conducto de entrada de líquido, incluyendo dicho conducto de llenado una pluralidad de orificios de pulverización situados en un espacio vacío de la cámara de medición para que el líquido criogénico que pase por los orificios de pulverización colapse vapor en el espacio vacío de la cámara de medición.

[0038] La batería de contadores puede incluir una entrada situada en una parte inferior de la cámara de medición.

5 [0039] La columna de estabilización puede estar situada aproximadamente a 0,3 cm, más preferiblemente a 0,3175 cm (1/8 pulgadas) de una superficie interior de una pared de la cámara de medición, estando la pluralidad de orificios orientados a la superficie interior de la pared de la cámara de medición.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0040]

10 La Fig. 1 es una vista esquemática de un depósito de almacenamiento y una cámara de medición criogénica y las tuberías y bomba relacionadas en una forma de realización del sistema y método de medición para líquidos criogénicos de la presente invención;

La Fig. 2 es una vista esquemática ampliada de la cámara de medición criogénica de la Fig. 1 y de los componentes relacionados;

La Fig. 3 es una vista esquemática ampliada del elemento de medición de la Fig. 2;

La Fig. 4 es una vista de planta superior de la columna de estabilización de la Fig. 2.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

[0041] Aunque la presente invención se describirá a continuación con respecto a un sistema y método para dispensar GNL, cabe entender que puede usarse para dispensar tipos alternativos de líquidos criogénicos.

20 [0042] De acuerdo con una forma de realización del sistema y método de la presente invención, como se ilustra en la Fig. 1, un depósito de almacenamiento aislado 10 contiene un suministro de líquido criogénico, como por ejemplo GNL 12. Como se explicará en mayor detalle más adelante, el GNL se proporciona a una cámara de medición criogénica aislada 14 a través de un conducto de entrada de líquido 16. Cabe señalar que el aislamiento puede omitirse de forma opcional para la cámara de medición criogénica 14. La transferencia de GNL del depósito de almacenamiento 10 a la cámara de medición criogénica 14 puede lograrse por medio de presión diferencial, mediante una bomba 18 u otros sistemas y métodos de transferencia de líquido criogénico conocidos en la técnica. Asimismo, un conducto de recirculación 20 está conectado entre el depósito de almacenamiento y la cámara de medición criogénica, cuyo uso también se explicará más adelante.

30 [0043] En referencia a la Fig. 2, el conducto de entrada de líquido 16 se conecta con un conducto de llenado por pulverización 22 que está situado verticalmente en el interior de la cámara de medición criogénica 14. El conducto de llenado por pulverización 22 presenta unas aberturas de pulverización 24 en el extremo superior. Una columna de recirculación 26 presenta una entrada de recirculación 28 y está conectada a un conducto de recirculación 20, que está provisto de una válvula de recirculación 30. Una batería de contadores, indicada en general en 32, incluye un conducto de medición 34, que presenta una entrada cerca de la parte inferior de la cámara de medición criogénica. El conducto de medición 34 está conectado al conducto de dispensación 36, que presenta una válvula de dispensación 38. Un elemento de medición 40 está situado en el conducto de medición, y se comunica con un transmisor de presión diferencial de flujo 42.

40 [0044] De acuerdo con la forma de realización ilustrada de la invención, una columna de estabilización 46 está situada dentro de la cámara de medición criogénica y presenta un sensor o toma de presión baja 48, un sensor o toma de presión media 50 y un sensor o toma de presión alta 52. Cada toma de presión se comunica con la columna de estabilización 46 y con un transmisor de presión diferencial de la columna de estabilización 54. Cabe señalar que únicamente se necesitan dos de las tomas de presión, la tercera toma es opcional.

[0045] El transmisor de presión diferencial del flujo 42 y el transmisor de presión diferencial de la columna de estabilización 54 se comunica cada uno con un controlador 60, como un microprocesador, a través de conexiones inalámbricas o cableadas. La válvula de recirculación 30 y la válvula de dispensación 38 pueden automatizarse y también conectarse al microprocesador 60 para su funcionamiento.

[0046] Durante el funcionamiento, el GNL se transfiere inicialmente desde el depósito de almacenamiento 10 (Fig. 1) a una cámara de medición criogénica vacía 14 con la válvula de recirculación 30 abierta, la válvula de dispensación 38 cerrada y la bomba 18 activada. Como resultado, el GNL fluye a la cámara de medición criogénica a través del conducto de entrada de líquido 16, como indica la flecha 61 en la Fig. 2, el conducto de llenado por pulverización 22 y las aberturas de pulverización 24. El GNL que fluye por las aberturas de pulverización 24 colapsa cualquier altura de presión en la cámara de medición criogénica 14. Cuando el GNL de la cámara de medición criogénica, ilustrada en 62, alcanza el nivel de la entrada de recirculación 28 de la columna de recirculación, el GNL fluye a través de la columna de recirculación 26 y el conducto 20 y vuelve al depósito de almacenamiento, como indica la flecha 65. Transcurrido un periodo de tiempo que es suficiente para asegurar que la cámara de medición está llena de GNL, la bomba 18 se cierra (de forma automática o manual). Como resultado, se detiene el flujo de GNL que entra en la cámara de medición criogénica, y el elemento de medición 40 se sumerge en GNL. La válvula de recirculación 30 permanece en su posición abierta normal.

[0047] Cuando se desea dispensar GNL, en referencia a la Fig. 2, una manguera fijada al conducto de dispensación 36 (véase también la Fig. 1) se conecta a un vehículo u otro dispositivo en uso, y el sistema se activa, por ejemplo al pulsar el usuario un botón «Dispensar» en comunicación con el controlador o microprocesador 60. Cuando esto sucede, se inicia la bomba 18, mientras que la válvula de recirculación 30 permanece abierta. A continuación, el GNL fluye en la cámara de medición criogénica a través de un conducto de llenado por pulverización 22 (y unas aberturas de pulverización 24) y finalmente sube hasta llegar al nivel de la entrada de recirculación 28. Es entonces cuando el GNL fluye por la columna de recirculación 26 y el conducto 20 y vuelve al depósito de almacenamiento, como indica la flecha 65. Como resultado, el GNL fluye por la válvula de recirculación 30 hasta la presión de descarga, como mide cualquiera o todas las tomas de presión 48, 50 y/o 52, y se logran unas condiciones de flujo adecuadas en la cámara de medición 14. A modo de ejemplo únicamente, normalmente se tarda aproximadamente quince segundos o menos en ello. A continuación, el microprocesador 60 abre la válvula de dispensación 38 de forma que comienza la dispensación de GNL al dispositivo en uso a través de la batería de contadores 32.

[0048] En referencia a la Fig. 3, el elemento de medición 40 usa el principio de Bernoulli que relaciona el flujo con la caída de presión en un orificio y que presenta una restricción de flujo u orificio 70 que presenta un lateral de entrada 72 y un lateral de salida 74. Una toma o sensor de presión de entrada 76 se comunica con el lateral de entrada 72 y una toma o sensor de presión de salida 78 se comunica con el lateral de salida 74. Como resultado, se transmite una presión diferencial al microprocesador 60 por medio del transmisor de presión diferencial 42, y el microprocesador determina el caudal volumétrico y el caudal másico que pasa por el elemento de medición por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ecuación (1)} \quad \dot{m} = C \times A_2 \times \sqrt{2 \times DP_M \times \rho_{liq}}$$

$$\text{Ecuación (2)} \quad Q = C \times A_2 \times \sqrt{\frac{2 \times DP_M}{\rho_{liq}}}$$

35 Donde:

Q = caudal volumétrico [m^3/s]

m' = caudal másico [kg/s]

C = coeficiente de flujo del orificio

A_2 = zona transversal del orificio [m^2]

40 DP_M = presión diferencial del medidor, en el orificio [$kg/(m \times s^2)$]

ρ_{liq} = densidad del fluido [kg/m^3]

Como se explica con mayor detalle más adelante, ρ_{liq} se determina mediante el transmisor de presión diferencial 54.

[0049] En referencia a la Fig. 2, la columna de estabilización 46 presenta una pared lateral continua que define un interior de la columna de estabilización. La pared lateral presenta un número de aberturas 80 que están separadas a lo largo de su longitud vertical. La parte superior e inferior de la columna de estabilización puede estar abierta. Esto permite que el GNL 62 de la cámara de medición criogénica vaya al interior de la columna de estabilización y mantenga la misma temperatura que el GNL en la cámara de medición criogénica. Únicamente a modo de ejemplo, la columna de estabilización puede ser una tubería de pared delgada de una pulgada (1") (2,54 cm aproximadamente) de diámetro, con unos agujeros separados dos pulgadas (5,08 cm aproximadamente) (de los bordes). Preferiblemente, la columna de estabilización está hecha de acero, u otro material metálico, y está montada a un octavo de una pulgada (1/8") (0,31 cm aproximadamente) de la superficie interior de la pared lateral de la cámara de medición criogénica, con los agujeros orientados hacia la superficie interior. Como se ilustra en la Fig. 4 para la toma de presión baja 48, cada toma de presión (48, 50 y 52) se extiende preferiblemente en el eje longitudinal o centro horizontal del interior de la columna de estabilización 46, o cerca de este.

[0050] Asimismo, como se ilustra en la Fig. 2, la toma de presión baja 48 presenta un conducto de detección asociado 48a que se extiende hasta el transmisor de presión diferencial 54, una toma de presión media 50 presenta un conducto de detección asociado 50a que se extiende hasta el transmisor de presión diferencial, y una toma de presión alta 52 presenta un conducto de detección asociado 52a que se extiende hasta el transmisor de presión diferencial. Los conductos de detección 48a, 50a y 52a preferiblemente presentan unos diámetros interiores y longitudes iguales, siendo uniforme cada diámetro interior por toda la longitud del conducto de detección. Esto ayuda a minimizar el golpe de ariete en los conductos de detección durante las oscilaciones de presión en la cámara de medición.

[0051] La columna de estabilización 46 elimina el «ruido» en las tomas de presión que de otra forma provocaría el flujo de GNL dentro de la cámara de medición criogénica. Asimismo, la ubicación de las tomas de presión cerca del centro de la columna de estabilización minimiza los efectos de burbujas que se forman durante las oscilaciones de temperatura en cada abertura de la toma de presión. Los agujeros 80 de la columna de estabilización también minimizan los efectos de la caída de presión durante el flujo.

[0052] La toma de presión baja 48 y la toma de presión alta 52 se usan para medir una presión diferencial o de columna, que se envía al microprocesador a través del transmisor de presión diferencial de la columna de estabilización 54. Como resultado, el microprocesador 60 puede calcular la densidad del GNL en la cámara de medición criogénica por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación (3)} \quad : \quad \rho_{liq} = [(DP_{Ctrans}) / (g_c \times H_c)] + \rho_{gas}$$

Donde:

ρ_{liq} = densidad del fluido [kg/m^3]

DP_{Ctrans} = Presión diferencial medida en la columna [$kg/(m \times s)^2$]

g_c = aceleración gravitacional = 9,80665 m/s^2

H_c = distancia de la toma o altura de la columna de densidad [m]

ρ_{gas} = densidad del gas (en conductos de detección) [kg/m^3]

[0053] La adición de ρ_{gas} en la Ecuación (3) compensa la densidad del gas en los conductos de detección cuando se determina la densidad del GNL.

[0054] El microprocesador combina la densidad calculada por medio de la Ecuación (3) de arriba con los datos procedentes del elemento de medición 40, y calcula el caudal másico y el caudal volumétrico por medio de la Ecuación (1) y la Ecuación (2) de arriba. En consecuencia, la cantidad medida de GNL suministrado al dispositivo en uso puede mostrarse por medio de una pantalla 82. La toma de presión media 50 puede cambiarse por la toma de presión baja 48 para aumentar la resolución de la lectura de la densidad.

[0055] Volviendo al funcionamiento de la dispensación, unos segundos después de que se abra la válvula de dispensación 38, el microprocesador 60 cierra la válvula de recirculación 30. Este retraso ayuda a «suavizar» el

comienzo de la dispensación y la medición al impedir que haya unas oscilaciones de presión extremas en la cámara de medición criogénica. Esto es deseable ya que las oscilaciones de presión pueden provocar un impulso de presión que las tomas de presión alta y baja (o las tomas de presión media y alta) ven en tiempos ligeramente distintos, y ello podría, por consiguiente, corromper los datos de presión diferencial transmitidos por el transmisor de presión diferencial de la columna de estabilización 54 al microprocesador 60.

[0056] Asimismo, como se ilustra en la Fig. 2, las aberturas de pulverización 24 están situadas cerca de la parte superior de la cámara de medición criogénica, mientras que la entrada a la batería de contadores 32 está situada cerca de la parte inferior de la cámara de medición criogénica. Esto minimiza la estratificación en la cámara de medición criogénica, lo cual podría afectar de lo contrario a la precisión de la determinación de la densidad por medio de las tomas de presión.

[0057] Cuando finaliza la dispensación, el usuario puede pulsar un botón de «Detener» o similar, para que el microprocesador 60 cierre la válvula de dispensación 38 y abra la válvula de recirculación 30. A continuación, el usuario desconecta la manguera de llenado del dispositivo en uso y el GNL de su interior vuelve a la cámara de medición criogénica a través de la válvula de control 84 (Fig. 2).

[0058] La bomba 18 sigue funcionando después de que se haya pulsado el botón de «Detener», y el GNL circula entre la cámara de medición y el depósito de almacenamiento, y el GNL seguirá entrando en la cámara de medición criogénica a través de los agujeros de pulverización 24 y saliendo por la entrada de recirculación 28. Transcurrido un periodo de tiempo que es suficiente para asegurar que la cámara de medición está llena de GNL, la bomba deja de funcionar automáticamente. Como resultado, se detiene el flujo de GNL que se introduce en la cámara de medición criogénica, y el elemento de medición 40 permanece sumergido en GNL.

[0059] Si la cantidad de GNL que se va a medir es grande, la batería de contadores 32 puede colocarse de forma externa a la cámara de medición criogénica 14. Más en concreto, las transferencias pequeñas tendrán que medirse con extrema precisión desde que se inicia el flujo. Los medidores calientes tendrán errores del orden de 5 libras (2,26 kg aproximadamente) (una transferencia de 100 libras o 45 kg aproximadamente sería un error de un 5%). Con transferencias que suministran grandes cantidades, este error no es significativo.

[0060] Como se ilustra en la Fig. 2, una sonda de temperatura 90 puede estar situada de forma opcional dentro de la cámara de medición criogénica y colocarse en comunicación con el microprocesador 60. Asimismo, el microprocesador puede programarse con una tabla de consulta que recoja densidades de metano a través del rango de temperaturas que normalmente detecta la sonda de temperatura 90 cuando el sistema está en funcionamiento. La tabla de consulta también puede, o de forma alternativa, recoger las densidades de otros elementos que normalmente están presentes en el GNL a través del rango de temperaturas que normalmente detecta la sonda de temperatura. Como resultado, el microprocesador puede calcular el porcentaje (%) de metano o el porcentaje (%) de pesados del GNL dentro de la cámara de medición criogénica valiéndose de la temperatura de la sonda de temperatura 90 y de la densidad del transmisor de presión diferencial de la columna de estabilización 54.

[0061] En vista de lo anterior, la invención proporciona un sistema y método para medir líquidos criogénicos que incluye un densitómetro dinámico que mide la densidad del líquido que fluye. El diseño es muy robusto, sin partes móviles, y el medidor puede calibrarse para medir cualquier líquido que oscile en densidad, incluyendo, por ejemplo, de GNL a nitrógeno.

[0062] Aunque se han mostrado y descrito las formas de realización preferidas de la invención, resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse cambios y modificaciones a esta sin desviarse de la invención, cuyo alcance está definido por medio de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Cámara de medición (14) para dispensar un líquido criogénico que comprende:
 - a. un conducto de entrada de líquido (16) adaptado para comunicarse con una fuente de líquido criogénico de forma que la cámara de medición pueda recibir líquido criogénico de la fuente;
 - 5 b. una batería de contadores (32) que incluye un elemento de medición (40), un conducto de dispensación (36) y una válvula de dispensación (38);
 - c. una columna de estabilización (46) situada dentro de la cámara de medición y que incluye una pared lateral que define un interior de la columna de estabilización, incluyendo dicha pared lateral una pluralidad de aberturas separadas verticalmente (80);
 - 10 d. un primer sensor de presión (48) en comunicación con el interior de la columna de estabilización y configurado para detectar una primera presión en el interior de la columna de estabilización;
 - e. un segundo sensor de presión (52) en comunicación con el interior de la columna de estabilización, configurado para detectar una segunda presión en el interior de la columna de estabilización y separado verticalmente del primer sensor de presión; y
 - 15 f. un controlador (60) en comunicación con el elemento de medición, los sensores de presión primero y segundo y la válvula de dispensación, estando configurado dicho controlador para determinar una densidad de un líquido criogénico en la cámara de medición por medio de presiones de los sensores de presión primero y segundo.
- 20 2. Cámara de medición (14) según la reivindicación 1, en la que el elemento de medición (40) está situado dentro de la cámara de medición y está adaptado para sumergirse en líquido criogénico.
3. Sistema para dispensar un líquido criogénico que comprende la cámara de medición (14) según las reivindicaciones 1 o 2 y una fuente de líquido criogénico, en el que la fuente de líquido criogénico es un depósito de almacenamiento (10) que contiene un suministro del líquido criogénico; y

25 donde el conducto de entrada de líquido (16) está en comunicación con el depósito de almacenamiento y la cámara de medición de forma que la cámara de medición recibe líquido criogénico del depósito de almacenamiento; y la batería de contadores (32) está en comunicación con la cámara de medición (14).
4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además un conducto de recirculación (20) que se extiende entre un espacio vacío de la cámara de medición (14) y dicho depósito de almacenamiento (10).
- 30 5. Sistema según las reivindicaciones 3 o 4, en el que el conducto de entrada de líquido (16) incluye una bomba (18).
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende además una sonda de temperatura (90) situada dentro de la cámara de medición (14) o en comunicación con un líquido criogénico que fluye y en comunicación con el controlador (60), determinando dicho controlador un porcentaje de un componente del líquido criogénico basado en una temperatura detectada por la sonda de temperatura y una densidad

35 determinada por medio de presiones de los sensores de presión primero y segundo (48, 52).
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 en el que el líquido criogénico es gas natural líquido.
8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 o cámara de medición (14) según las reivindicaciones 1 o 2:
 - (i) en el que el elemento de medición (40) incluye un conducto de medición (34) que presenta un orificio

40 (70) con un sensor de presión de entrada (76) en comunicación con un lateral de entrada (72) del orificio y un sensor de presión de salida (78) en comunicación con un lateral de salida (74) del orificio, dichos sensores de presión de entrada y salida en comunicación con el controlador (60);

- (ii) en el que la cámara de medición (14) está aislada;
- (iii) que comprende además un tercer sensor de presión (50) en comunicación con el interior de la columna de estabilización (46), estando dicho tercer sensor de presión separado verticalmente de los sensores de presión primero y segundo (48, 52) y en comunicación con el controlador;
- 5 (iv) en el que los sensores de presión primero y segundo se comunican con una parte del interior de la columna de estabilización en un eje longitudinal de la columna de estabilización o cerca de este; o
- (v) en el que la columna de estabilización presenta un extremo superior abierto y un extremo inferior abierto.
- 10 **9.** Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, o cámara de medición (14) según las reivindicaciones 1, 2 u 8 que comprende además un conducto de llenado (22) en comunicación con el conducto de entrada de líquido (16), incluyendo dicho conducto de llenado una pluralidad de orificios de pulverización (24) situados dentro de un espacio vacío de la cámara de medición de forma que el líquido criogénico que pase por los orificios de pulverización colapse vapor en el espacio vacío de la cámara de medición.
- 15 **10.** Sistema o cámara de medición (14) según la reivindicación 9 en el que la batería de contadores (32) incluye una entrada situada en una parte inferior de la cámara de medición.
- 20 **11.** Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, o cámara de medición (14) según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 u 8 a 10 en el que la columna de estabilización (46) está situada a 0,3 cm de una superficie interior de una pared de la cámara de medición, con la pluralidad de orificios (24) orientados a la superficie interior de la pared de la cámara de medición, opcionalmente en el que la columna de estabilización presenta un diámetro de 2,5 cm y dicha pluralidad de aberturas separadas verticalmente (80) están situadas aproximadamente a 5,1 cm de separación.
- 12.** Método para dispensar un líquido criogénico que comprende las etapas de:
- 25 a. proporcionar un depósito de almacenamiento (10) y una cámara de medición (14) con un conducto de entrada de líquido (16) que se extiende desde el depósito de almacenamiento a la cámara de medición y que presenta una pluralidad de orificios de pulverización (24) situados en un espacio vacío de la cámara de medición, donde dicha cámara de medición incluye una batería de contadores (32) con un elemento de medición (40) y una válvula de dispensación (38), incluyendo también dicha cámara de medición una columna de estabilización (46) con una pluralidad de aberturas separadas verticalmente (80) y unos sensores de presión primero y segundo (48, 52) en comunicación con un interior de la columna de estabilización donde el primer sensor de presión (48) está configurado para detectar una primera presión en el interior de la columna de estabilización y el segundo sensor de presión (52) está configurado para detectar una segunda presión en el interior de la columna de estabilización y está separado verticalmente del primer sensor de presión;
- 30 b. transferir líquido criogénico del depósito de almacenamiento a la cámara de medición hasta que un nivel de líquido criogénico en la cámara de medición cubra los orificios de pulverización;
- c. volver a circular líquido criogénico entre la cámara de medición y el depósito de almacenamiento hasta que se alcance un estado predeterminado dentro de la cámara de medición;
- 40 d. abrir la válvula de dispensación cuando se haya alcanzado el estado predeterminado dentro de la cámara de medición, de forma que se dispense líquido criogénico desde la cámara de medición;
- e. determinar una densidad del líquido criogénico en la cámara de medición por medio de los sensores de presión primero y segundo;
- 45 f. medir el líquido criogénico dispensado por medio de una caída de presión en el elemento de medición y la densidad de los sensores de presión primero y segundo.

13. Método según la reivindicación 12 en el que:

(i) el nivel de líquido criogénico en la cámara de medición (14) de la etapa b. es suficiente para sumergir el elemento de medición (40) en líquido criogénico;

5 (ii) la etapa c. incluye el bombeo de líquido criogénico desde el depósito de almacenamiento (10) a la cámara de medición; y/o

(iii) el método comprende además la etapa de proporcionar una sonda de temperatura (90) en el líquido criogénico dentro de la cámara de medición o en comunicación con un líquido criogénico que fluye y emplear la densidad de los sensores de presión primero y segundo (48, 52) y una temperatura de la sonda de temperatura para determinar un porcentaje de un componente del líquido criogénico.

10 **14.** Método según la reivindicación 12 o 13 en el que el líquido criogénico es gas natural líquido.

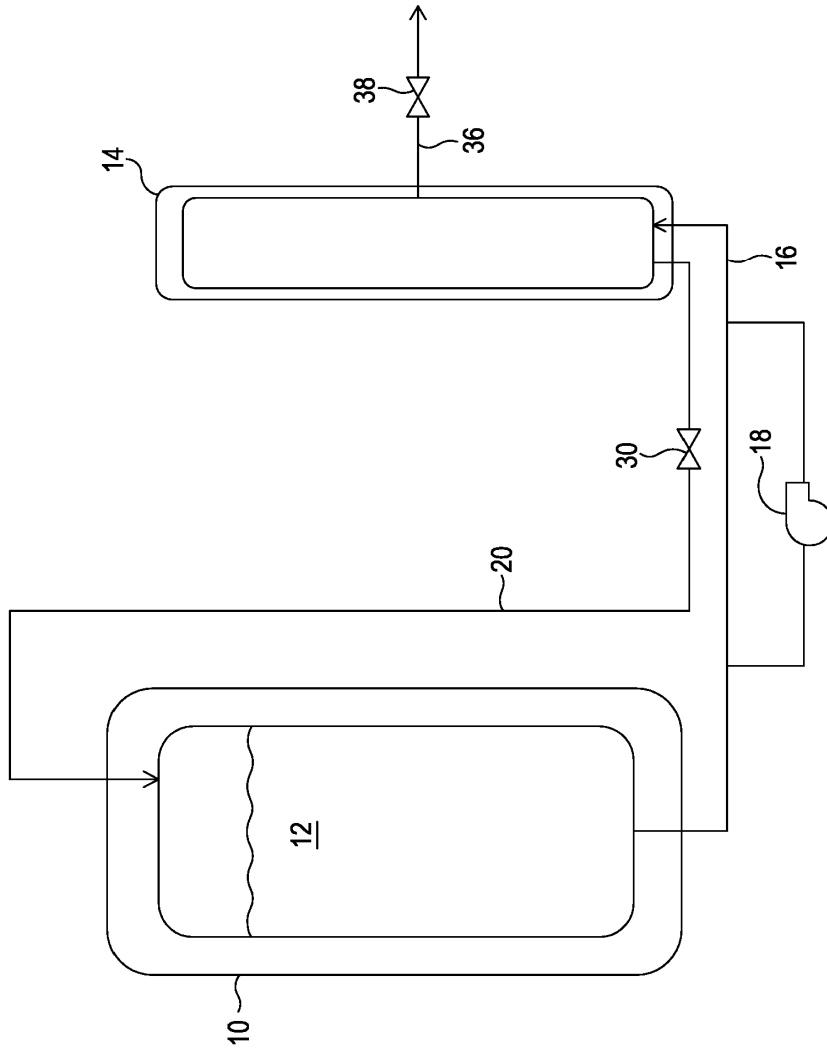


Fig. 1

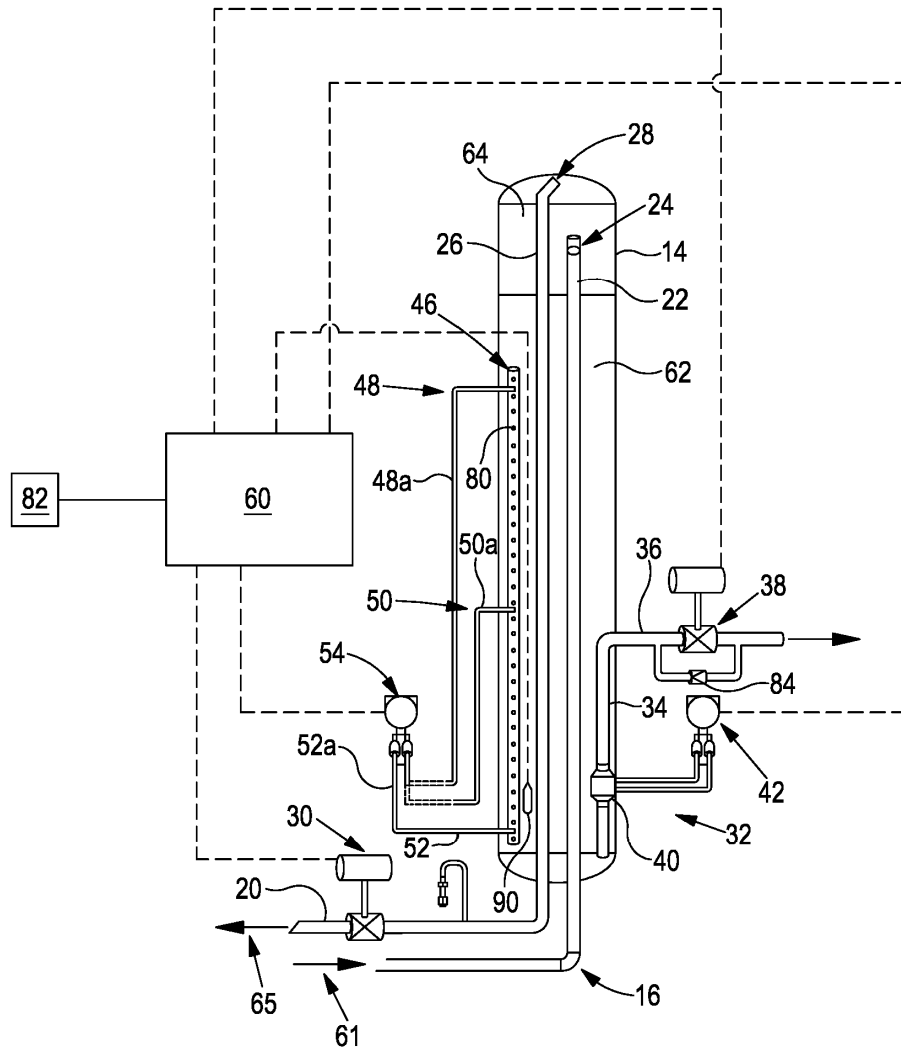


Fig. 2

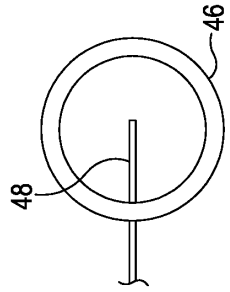


Fig. 4

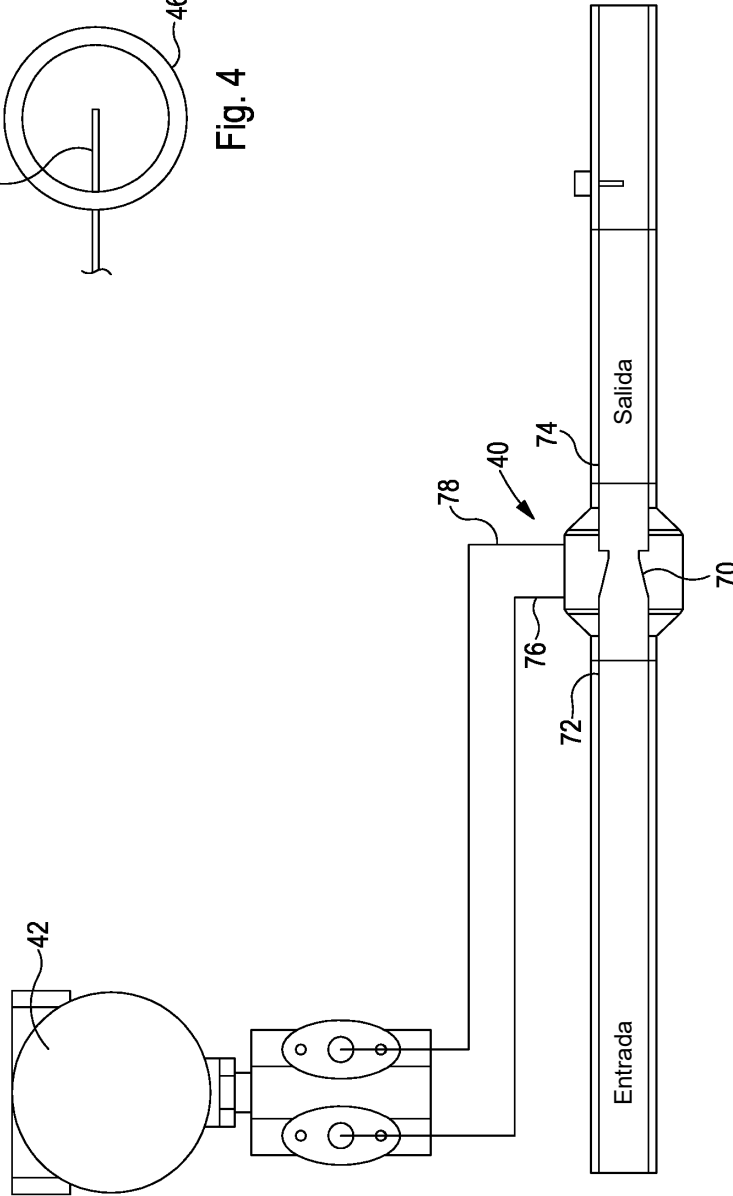


Fig. 3